

УДК 597.553.1-169 (261.77)

**ФАУНА ПАЗАРИТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ САРДИНЫ  
(*SARDINA PILCHARDUS* WALBAUM, 1792)  
АТЛАНТИЧЕСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНОЙ АФРИКИ:  
ШИРОТНЫЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНЫХ СООБЩЕСТВ  
И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВНУТРИВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ ХОЗЯИНА**

© О. А. Шухгалтер

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства  
и океанографии (ФГУП «АтлантНИРО»)  
ул. Донского, 5, Калининград  
E-mail: shukhgalter@atlant.baltnet.ru  
Поступила 14.01.2013

У европейской сардины (*Sardina pilchardus*), обитающей вдоль Атлантического побережья Северной Африки, была исследована паразитофауна и оценена возможность использования паразитов в качестве биоиндикаторов при изучении ее популяционной структуры. В течение зимних и летних сезонов 2005—2010 гг. в районе между 30—18° с. ш. у 646 экз. сардины было обнаружено 14 видов паразитов. Общая зараженность рыб — 62 %. «Ядро» паразитофауны составляют 8 видов: *Goussia clupearum*, *Ceratomyxa truncata*, *Cocomyxa morovi*, *Aphanurus stossichi*, *Lecitaster confusus*, *Bacciger bacciger*, *Hysterothylacium* sp. 1. и *Anilocra capensis*. В результате анализа состояния компонентных сообществ паразитов сардины в одноградусных широтных группах в зимний нерестовый сезон выделены 2 объединенные группы — северная (30—28° с. ш.) и южная (24—18° с. ш.), которые соответствуют двум единицам запасов (популяциям) сардины — «А + В» и «С». Компонентные сообщества паразитов запаса «А + В» характеризуются как сбалансированные с доминантным видом *B. bacciger*, запаса «С» — несбалансированные с доминантным видом *Hysterothylacium* sp. Отмечены достоверные различия в зараженности рыб запасов «А + В» и «С» пятью видами паразитов (*G. clupearum*, *A. stossichi*, *B. bacciger*, *Hysterothylacium* sp. и *A. capensis*), что позволяет использовать их в качестве биоценотических индикаторов при выделении единиц запасов сардины исследованного региона.

**Ключевые слова:** европейская сардина, запасы, паразиты, биоценотические индикаторы, Атлантическое побережье Северной Африки.

Сардина европейская — стайная пелагическая рыба, обитающая на шельфе в основном на глубинах до 100 м. Ее обширный ареал простирается от центральной части Северного моря на юг вдоль берегов Европы до Канарских островов и Зеленого Мыса, включая Средиземное, Адриатиче-

ское и Черное моря. Вдоль Атлантического побережья Северной Африки сардина — основной промысловый вид рыб с годовым выловом около 660 тыс. тонн (FAO, 2008). На Рабочих группах FAO по оценке запасов мелких пелагических видов рыб побережья Северо-Западной Африки у сардины выделены 3 единицы запаса (популяция или часть популяции рыб, которая рассматривается как устойчивая промысловая концентрация): северный (36—32° с. ш.), центральный — зоны «А + В» (32—26° с. ш.) и южный — зона «С» (26—16° с. ш.) (FAO, 2008). Наиболее интенсивно эксплуатируется запас «А + В» с годовым выловом около 370 тыс. тонн (FAO, 2008). Распределение, миграции, численность и величина запасов зависят от долгопериодных и внутригодовых колебаний интенсивности круглогодичного пассатного апвеллинга, в зоне которого они обитают. Поскольку внутривидовые группировки сардины совершают широтные миграции, то это деление запасов не всегда четко прослеживается (Доманевский, 1998). Для выделения единиц запасов промысловых видов рыб в последнее время проводятся комплексные популяционные исследования, включающие морфометрические и генетические методы, а также успешно используются паразиты в качестве биометок (Mac Kenzie, Abaunza, 1998; Mac Kenzie, 2002, и др.). Так, для шельфовых пелагических рыб — аргентинского анчоуса Юго-Западной Атлантики и тихоокеанской сардины Северо-Восточной Пацифики, совершающих сезонные широтные миграции, описаны широтные модели паразитарных сообществ, которые успешно использовались для выделения единиц запасов этих видов рыб (Timi, 2003; Baldwin, 2010).

Цель настоящей работы — оценить возможность использования паразитов при изучении популяционной структуры европейской сардины в районах Марокко и Мавритании.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2005—2010 гг. была исследована фауна паразитов у 787 экз. европейской сардины (*Sardina pilchardus*) длиной 13—27 см (возраст 1—5 лет) из 27 проб, собранных в районе исключительной экономической зоны Королевства Марокко и Исламской Республики Мавритании между 30 и 18° с. ш. в летние и зимние сезоны (рис. 1). Мороженые пробы рыб были собраны в 9 научно-исследовательских рейсах СТМ «Атлантида» и СТМ «Атлантиро» при проведении исследований по оценке численности пополнения массовых пелагических рыб, выполняемых согласно межправительственным соглашениям. Методики сбора, фиксации и приготовления постоянных и временных препаратов паразитов общепринятые (Быховская-Павловская, 1985).

Для дальнейшего анализа из всего материала были отобраны 646 экз. рыб длиной 15—25 см (модальный возраст 1—3 года) (табл. 1). Это позволило исключить возможное влияние различий в размерном составе одновозрастных рыб на севере и юге исследованного региона (Furnestin, 1950; Доманевский, 1998) на состав их паразитофауны, так как у сардины этой размерно-возрастной группы видовой состав паразитов уже сформирован, и количественные показатели зараженности стабилизировались (Шухгалтер, 2002).



Рис. 1. Карта района исследования и места взятия проб.  
Черные кружки — летние пробы, белые кружки — зимние пробы.

Fig. 1. Map of the Atlantic coast of northwestern Africa and sampling localities: «solid circles», summer samples; «open circles», winter samples.

Пробы рыб были сгруппированы в 13 широтных группах с дискретностью один градус. Для анализа состояния паразитарных сообществ были вычислены индексы встречаемости — экстенсивность инвазии (ЭИ) и численности — интенсивность инвазии (ИИ), средняя интенсивность инвазии (ИИ ср) (Bush et al., 1997), выравниваемость видов по обилию по Пиелу (E), индексы доминирования Бергера-Паркера (D) и разнообразия Шеннона (Sch) (Esch et al., 1988; Holmes, 1990; Пугачев, 1999). Индексы численности определены для всех паразитов кроме кокцидий и миксоспоридий.

При описании инфра- и компонентных сообществ паразитов (Bush, Holmes, 1986; Пугачев, 1999) использованы понятия: виды «специалисты», «генералисты» (Holmes, 1990; Доровских, 2002), «автогенные» и «аллогенные» (Esch et al., 1988; Доровских, 2002).

Связь между показателем встречаемости (ЭИ), широтой и количеством рыб в широтной группе протестирована ранговым коэффициентом корреляции Спирмена (r). Оценка различий ЭИ в двух объединенных группах сардины с достаточно большим объемом выборки проводилась по критерию хи-квадрат ( $\chi^2$ ) (Гланц, 1998). Расчеты r и  $\chi^2$  были выполнены с использованием пакета программ «Statistica v. 6.1». Кластерный анализ ЭИ отдельными видами паразитов в одноградусных широтных группах сардины с использованием евклидовых дистанций выполнен с помощью пакета программ «Primer 6».

Таблица 1

Объем исследованного материала по паразитофауне европейской сардины вдоль Атлантического побережья Северной Африки

Table 1. Sample size, total length and age of European pilchard from the Atlantic coast of North Africa

| Широта    | Широтная группа | Сезон | Год        | Количество рыб, экз. | Биологическая длина рыб, см            |                         |                        | Возраст              |                       |
|-----------|-----------------|-------|------------|----------------------|--|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|
|           |                 |       |            |                      | ср. длина $\pm$ SD, <sup>1</sup><br>см | длина<br>мин.-макс., см | модальная<br>длина, см | модальный<br>возраст | возраст<br>мин.-макс. |
| 30—30°59' | 30              | Зима  | 2006       | 25                   | 18.38 $\pm$ 1.13                       | 14.7—20.2               | 19.0                   | 2                    | 1—3                   |
|           |                 | Лето  | 2007       | 30                   | 15.47 $\pm$ 0.59                       | 15.0—17.5               | 15.5                   | 2                    | 1—2                   |
| 29—29°59' | 29              | Зима  | 2008       | 30                   | 15.15 $\pm$ 0.67                       | 15.0—17.0               | 15.0                   | 2                    | 1—2                   |
|           |                 | Лето  | 2009       | 20                   | 17.68 $\pm$ 1.00                       | 16.0—20.0               | 17                     | 2                    | 1—3                   |
| 28—28°59' | 28              | Зима  | 2006—2008  | 65                   | 16.98 $\pm$ 1.53                       | 15.0—25.9               | 17.0                   | 2                    | 1—3                   |
| 27—27°59' | 27              | Лето  | 2006       | 43                   | 18.45 $\pm$ 2.29                       | 15.0—25.5               | 15.0                   | 1                    | 1—4                   |
| 26—26°59' | 26              | »     | 2007       | 35                   | 18.27 $\pm$ 1.34                       | 16.0—21.0               | 19.0                   | 2                    | 1—2                   |
| 25—25°59' | 25              | »     | 2009       | 30                   | 23.95 $\pm$ 0.65                       | 22.0—25.0               | 24.0                   | 3                    | 1—3                   |
| 24—24°59' | 24              | Зима  | 2005—2008  | 74                   | 23.01 $\pm$ 1.38                       | 19.0—25.9               | 23.0                   | 2                    | 1—3                   |
| 23—23°59' | 23              | »     | 2005, 2006 | 54                   | 19.34 $\pm$ 3.18                       | 15.0—25.5               | 22.0                   | 2                    | 1—3                   |
|           |                 | Лето  | 2006       | 38                   | 24.47 $\pm$ 1.01                       | 21.8—25.9               | 24.7                   | 3                    | 2—5                   |
| 22—22°59' | 22              | Зима  | 2005, 2008 | 60                   | 24.08 $\pm$ 1.63                       | 15.5—25.9               | 24.0                   | 3                    | 2—4                   |
| 21—21°59' | 21              | »     | 2007, 2010 | 50                   | 19.8 $\pm$ 3.25                        | 15.4—25.5               | 18.5                   | 1                    | 1—3                   |
|           |                 | Лето  | 2006       | 36                   | 15.31 $\pm$ 1.49                       | 15.0—19.7               | 15.0                   | 1                    | 1—2                   |
| 20—20°59' | 20              | Зима  | 2007, 2009 | 36                   | 24.36 $\pm$ 0.90                       | 22.5—25.5               | 24.5                   | 3                    | 2—4                   |
| 19—16°59' | 19              | »     | 2006       | 25                   | 24.56 $\pm$ 0.72                       | 23.5—25.7               | 24.0                   | 3                    | 3—4                   |
| 18—18°59' | 18              | »     | 2006       | 28                   | 24.35 $\pm$ 0.67                       | 23.0—25.5               | 25.0                   | 3                    | 3—5                   |

Примечание. <sup>1</sup>SD — стандартное отклонение.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Фауна паразитов сардины была представлена 14 видами, из которых 2 — кокцидии, 3 — миксоспоридии, 1 — моногеней, 4 — трематоды и по одному виду цестод, нематод, скребней и изопод (табл. 2). Общая зараженность рыб — 62 % (летом — 58.8 %, зимой — 63.2 %). Восемь видов паразитов, встречающиеся более чем у 5 % рыб в зимние и летние сезоны, составляли «ядро» паразитофауны: *Goussia clupearum*, *Ceratomyxa truncata*, *Cocomyxa morovi*, *Aphanurus stossichi*, *Lecitaster confusus*, *Bacciger bacciger*, *Hysterothylacium* sp. и *Anilocra capensis*). Шесть видов паразитов, найденные менее чем у 5 % рыб, отнесены к редко встречающимся видам. Отмечен широкий диапазон значений индексов интенсивности (ИИ и ИИср  $\pm$  SD) для 2 видов паразитов в зимний сезон и для 5 видов — в летний сезон.

Инфрасообщества паразитов (36.7 %) сардины характеризуются большой долей рыб, свободных от паразитов или зараженных только одним видом (37 %). В инфрасообществах встречались от 1 до 6 видов паразитов, в среднем — 1.57 видов. Отмечены 12 автогенных видов и 2 аллогенных вида (*Scolex pleuronectis* и *Hysterothylacium* sp.). Окончательные хозяева последних — активные нектонные мигранты. Только 3 вида, приуроченные к рыбам сем. Clupeidae, относятся к специалистам: *G. clupearum*, *E. sardinae* и *Mazocraes* sp. Остальные 11 видов — генералисты, которые широко распространены у морских костистых рыб. По численности доминируют виды-генералисты: автогенный *B. bacciger* (у 44 % инфрасообществ) и аллогенный *Hysterothylacium* sp. (у 36 % инфрасообществ). Отмечен широкий размах колебаний индекса доминирования (D) в инфрасообществах от 0.2 до 1.0 (среднее значение 0.861).

В компонентных сообществах одноградусных широтных групп сардины доля зараженных рыб изменялась от 26.7 до 81.8 % зимой и от 11.5 до 90 % летом (табл. 3). При этом заметна тенденция к снижению общей зараженности рыб с продвижением в южном направлении как в зимний, так и в летний сезон. Анализ показателей ЭИ отдельными видами паразитов сардины из разных широтных групп был выполнен по видам, составляющим «ядро» фауны (табл. 3). Проверка возможной зависимости количества видов паразитов в отдельных широтных группах от количества рыб в группе не показала статистически значимых связей между этими величинами ( $r = 0.375$  при  $p = 0.13$ ). Корреляционный анализ между показателями ЭИ и широтой выявил статистически значимые связи для *B. bacciger* в летний сезон, и для *B. bacciger*, *Hysterothylacium* sp. 1. и *A. capensis* в зимний сезон (табл. 4). При продвижении с севера на юг показатели ЭИ для трематод и изопод снижаются, а для нематод — увеличиваются. Кластерный анализ показателей ЭИ в разных широтных группах показал два главных кластера (различия  $> 50$  %), объединяющих северные (30—28° с. ш.) и южные (24—18° с. ш.) компонентные сообщества паразитов сардины в зимний сезон (рис. 2, А). В летний сезон кластерный анализ продемонстрировал «выравненность» показателей ЭИ в компонентных сообществах паразитов разных широтных групп сардины (рис. 2, Б).

В зимний сезон в двух объединенных широтных группах (северной и южной) были установлены достоверные различия ЭИ пяти видов парази-

Таблица 2

Фауна паразитов европейской сардины в зимний и летний сезоны

Table 2. Parasite fauna of *S. pilchardus* in summer and winter seasons

| Паразиты  | Локализация            | Зима (N = 419 экз.) |          |                      | Лето (N = 227 экз.) |          |                      |
|---|------------------------|---------------------|----------|----------------------|---------------------|----------|----------------------|
|   |                        | ЭИ, %               | ИИ, экз. | ИИ ср $\pm$ SD, экз. | ЭИ, %               | ИИ, экз. | ИИ ср $\pm$ SD, экз. |
| <i>Goussia clupearum</i> (Thelohan, 1894) Labbe, 1896 (Co)*   | Печень                 | 4.88                |          |                      | 5.81                |          |                      |
| <i>Eimeria sardinae</i> (Thelohan, 1890) Reichinow, 1921 (Co) | Семенники              | 2.24                |          |                      | 1.74                |          |                      |
| <i>Ceratomyxa truncata</i> Thelohan, 1895 (My)                | Желчный пузырь         | 13.21               |          |                      | 5.81                |          |                      |
| <i>C. sphaerulosa</i> Thelohan, 1892 (My)                     | То же                  | 2.64                |          |                      | 2.33                |          |                      |
| <i>Cocomyxa morovi</i> Leger & Hesse, 1907 (My)               | » »                    | 5.49                |          |                      | 5.23                |          |                      |
| <i>Mazocraes</i> sp. (Mo)                                     | Жабры                  | 3.46                | 1—2      | 1.12 $\pm$ 0.33      | 2.33                | 1        | 1.00                 |
| <i>Hemiurus appendiculatus</i> (Rudolphi, 1802) (Tr)          | Желудок                |                     |          |                      | 2.33                | 1—3      | 1.75 $\pm$ 0.96      |
| <i>Aphanurus stossichi</i> (Monticelli, 1891) (Tr)            | »                      | 4.63                | 1—3      | 1.75 $\pm$ 0.89      | 5.81                | 1—15     | 4.50 $\pm$ 4.09      |
| <i>Lecitaster confusus</i> (Odhner, 1905) (Tr)                | Пилорические придатки  | 5.69                | 1—9      | 1.79 $\pm$ 1.55      | 13.37               | 1—15     | 3.22 $\pm$ 3.41      |
| <i>Bacciger bacciger</i> (Rudolphi, 1819) (Tr)                | То же                  | 7.93                | 1—58     | 8.79 $\pm$ 13.65     | 19.19               | 1—20     | 2.85 $\pm$ 3.77      |
| <i>Scolex pleuronectis</i> (Müller, 1788) (Ce)                | Кишечник               | 0.20                | 1        | 1.00                 | 5.23                | 1—7      | 2.78 $\pm$ 2.68      |
| <i>Hysterothylacium</i> sp., larvae (Ne)                      | Полость тела           | 39.23               | 1—22     | 3.89 $\pm$ 3.89      | 21.51               | 1—9      | 2.68 $\pm$ 2.15      |
| <i>Rhadinorhynchus</i> sp. (Ac)                               | Кишечник               | 1.02                | 1—2      | 1.20 $\pm$ 0.45      |                     |          |                      |
| <i>Anilocra capensis</i> Leach, 1818 (Is)                     | Ротовая полость, жабры | 9.76                | 1—5      | 1.54 $\pm$ 0.80      | 11.63               | 1—3      | 1.70 $\pm$ 0.73      |

Примечание. \*Co — Conoidasida; My — Myxosporae; Mo — Monogenea; Tr — Trematoda; Ce — Cestoda; Ne — Nematoda; Ac — Acanthocephala; Is — Isopoda.

Таблица 3

Показатели встречаемости паразитов (ЭИ, %) у сардины, сгруппированной в широтные группы, в летний и зимний сезоны

Table 3. Prevalence (%) of parasites of *S. pilchardus* grouped by latitude degree in summer and winter seasons

| Сезон                              | Лето |      |      |      |      |      |      | Зима |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Широтные группы                    | 30   | 29   | 27   | 26   | 25   | 23   | 21   | 30   | 29   | 28   | 24   | 23   | 22   | 21   | 20   | 19   | 18   |
| Количество исследованных рыб, экз. | 30   | 20   | 43   | 35   | 30   | 38   | 31   | 25   | 30   | 65   | 74   | 54   | 60   | 50   | 36   | 25   | 28   |
| <i>G. clupearum</i>                | 0    | 40.0 | 0    | 0    | 0    | 5.3  | 0    | 36.0 | 0    | 14.7 | 0    | 0    | 0    | 2.6  | 0    | 0    | 0    |
| <i>C. truncata</i>                 | 0    | 0    | 3.8  | 46.7 | 0    | 2.6  | 0    | 28.0 | 0    | 18.2 | 18.2 | 11.4 | 16.4 | 1.3  | 2.8  | 11.1 | 14.3 |
| <i>C. morovi</i>                   | 0    | 15.0 | 11.3 | 0    | 0    | 0    | 0    | 4.0  | 0    | 6.8  | 15.2 | 0    | 3.0  | 0    | 5.6  | 0    | 3.6  |
| <i>A. stossichi</i>                | 0    | 0    | 18.9 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 7.9  | 16.0 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| <i>L. confusus</i>                 | 0    | 5.0  | 35.8 | 0    | 10.0 | 2.6  | 0    | 0    | 8.3  | 4.6  | 13.1 | 0    | 6.0  | 2.6  | 5.6  | 5.6  | 3.6  |
| <i>B. bacciger</i>                 | 40.0 | 30.0 | 34.0 | 0    | 5.9  | 5.3  | 0    | 20.0 | 25.0 | 15.9 | 9.1  | 2.3  | 4.5  | 5.1  | 0    | 0    | 0    |
| <i>Hysterothylacium</i> sp. 1.     | 6.7  | 10.0 | 11.3 | 0    | 55.0 | 44.7 | 0    | 8.0  | 0    | 26.1 | 61.6 | 29.5 | 61.2 | 14.1 | 38.9 | 66.7 | 57.1 |
| <i>A. capensis</i>                 | 6.7  | 60.0 | 11.3 | 0    | 0    | 0    | 9.1  | 16.0 | 41.7 | 42.1 | 0.0  | 2.3  | 0    | 1.3  | 0    | 0    | 0    |
| Общая зараженность, %              | 46.7 | 90.0 | 77.4 | 66.7 | 60.0 | 50.0 | 11.5 | 80.0 | 58.3 | 81.8 | 76.7 | 47.7 | 62.7 | 26.7 | 63.9 | 66.7 | 64.3 |

Таблица 4  
Корреляция между показателями ЭИ сардины и широтой  
в летний и зимний сезоны  
Table 4. Correlation between prevalence of the European pilchard's  
parasites and latitude in summer and winter seasons

| Сезон                          | Лето   |        | Зима   |        |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Паразиты                       | г      | р      | г      | р      |
| <i>G. clupearum</i>            | 0.089  | 0.849  | 0.440  | 0.203  |
| <i>C. truncata</i>             | -0.059 | 0.900  | 0.030  | 0.934  |
| <i>C. morovy</i>               | 0.490  | 0.264  | 0.050  | 0.891  |
| <i>A. stossichi</i>            | 0.204  | 0.661  | 0.337  | 0.340  |
| <i>L. confusus</i>             | 0.111  | 0.812  | -0.122 | 0.737  |
| <i>B. bacciger</i>             | 0.775  | 0.041* | 0.804  | 0.005* |
| <i>Hysterothylacium</i> sp. l. | -0.054 | 0.908  | -0.648 | 0.043* |
| <i>A. capensis</i>             | 0.408  | 0.364  | 0.718  | 0.019* |

Примечание. \*  $p < 0.05$ .

тов (табл. 5). В северной группе была значительно выше зараженность *G. clupearum*, *A. stossichi*, *B. bacciger* и *A. capensis*, а в южной — *Hysterothylacium* sp.

В результате анализа компонентных сообществ паразитов по индексам численности, выполненного для летнего и зимнего сезонов отдельно, было отмечено снижение видового разнообразия паразитов с продвижением в южном направлении (табл. 6, 7). В летний сезон в одноградусных компонентных сообществах паразитов сардины доминантными по численности были 4 вида паразитов: автогенные генералисты *B. bacciger*, *L. confusus*,

Таблица 5  
Показатели ЭИ в 2 объединенных группах *S. pilchardus*  
и оценка их различий в зимний сезон  
Table 5. Prevalence of parasites in two combined groups of *S. pilchardus*  
and Chi-squared ( $\chi^2$  test) comparisons in winter season

| Паразиты                       | ЭИ, %<br>30—28° с. ш. | ЭИ, %<br>24—18° с. ш. | $\chi^2$ | р      |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------|
| <i>G. clupearum</i>            | 17.6                  | 0.5                   | 42.07    | <0.02  |
| <i>C. truncata</i>             | 5.6                   | 11.4                  | 2.30     | 0.1298 |
| <i>C. morovy</i>               | 5.6                   | 5.4                   | 0        | 0.9492 |
| <i>A. stossichi</i>            | 5.6                   | 0.3                   | 5.49     | <0.02  |
| <i>L. confusus</i>             | 4.0                   | 6.2                   | 0.22     | 0.6361 |
| <i>B. bacciger</i>             | 17.6                  | 4.6                   | 14.70    | <0.02  |
| <i>Hysterothylacium</i> sp. l. | 20.0                  | 45.8                  | 25.99    | <0.02  |
| <i>A. capensis</i>             | 36.8                  | 0.5                   | 139.20   | <0.02  |



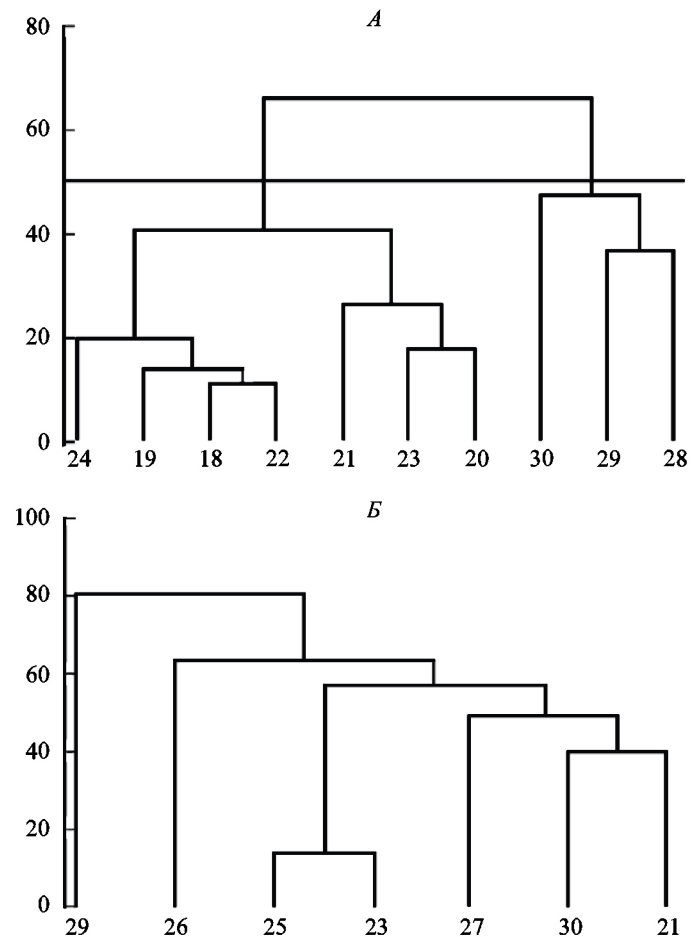


Рис. 2. Результаты кластерного анализа компонентных сообществ паразитов в широтных группах *S. pilchardus* по показателям ЭИ в зимний (А) и летний (Б) сезоны.

По оси абсцисс — широтные группы, по оси ординат — % различия.

Fig. 2. Results of the cluster analysis of parasite communities from latitude degree groups of *S. pilchardus* based on prevalence in winter (A) and summer (B) seasons.

*A. capensis* и аллогенный генералист *Hysterothylacium* sp. Отмечается большой размах колебаний индексов численности (D, Sch и E) и хаотичность их изменчивости в компонентных сообществах одноградусных групп сардины (табл. 6). В зимний сезон в северных широтных группах (30—28° с. ш.) по численности доминируют автогенный генералист: *B. bacciger*, в южных (24—18° с. ш.) — аллогенный генералист *Hysterothylacium* sp. (табл. 7). Степень доминирования *B. bacciger* в северных группах (D = 0.500—0.655) была ниже, чем у *Hysterothylacium* sp. в южных группах (D = 0.590—0.965). Индексы Шеннона и выравненности видов по обилию, наоборот, были выше в северных широтных группах (Sch = 0.921—1.211 и E = 0.473—0.582), чем в южных (Sch = 0.184—0.921 и E = 0.103—0.443). При этом следует отметить, что индексы численности сообщества 21-й широтной группы не совпадают с отмеченными выше общими тен-

Таблица 6

Характеристика компонентных сообществ паразитов *S. pilchardus* в летний сезонTable 6. Characteristics of parasite component communities of *S. pilchardus* in summer season

| Широтные группы                                  | 30    | 29    | 27    | 26 | 25    | 23    | 21   |
|--|-------|-------|-------|----|-------|-------|------|
| Общее число видов-паразитов                      | 3     | 8     | 10    | 2  | 3     | 5     | 1    |
| Количество видов-генералистов                    | 3     | 6     | 8     | 2  | 3     | 4     | 1    |
| Количество видов-специалистов                    | —     | 2     | 2     | —  | —     | 1     | —    |
| Количество автогенных видов                      | 2     | 7     | 8     | 2  | 2     | 4     | 1    |
| Количество аллогенных видов                      | 1     | 1     | 2     | —  | 1     | 1     | —    |
| Общее число видов паразитов (без простейших)     | 3     | 6     | 7     | —  | 3     | 3     | 1    |
| Общее число особей паразитов (без простейших)    | 16    | 46    | 206   | —  | 41    | 72    | 1    |
| Доминантный вид по числу особей (без простейших) | Bb*   | Ac    | Lc    | —  | H     | H     | Ac   |
| Характеристика доминантного вида по числу особей | г/ав  | г/ав  | г/ав  | —  | г/ав  | г/ав  | г/ав |
| Число особей доминантного вида                   | 14    | 24    | 70    | —  | 37    | 49    | 1    |
| Индекс Бергера-Паркера (D)                       | 0.875 | 0.522 | 0.340 | —  | 0.402 | 0.681 | 1.00 |
| Индекс Шеннона (Sch)                             | 0.463 | 1.386 | 1.575 | —  | 0.147 | 0.684 | —    |
| Выравненность видов (E)                          | 0.421 | 0.667 | 0.684 | —  | 0.134 | 0.425 | —    |

Примечание. \*Bb — *Bacciger bacciger*; Lc — *Lecitaster confusus*; H — *Hysterothylacium* sp. 1.; Ac — *Anilocra capensis*.

денциями, что, вероятно, связано с доминированием в ней рыб младших возрастов. Тем не менее в зимний сезон компонентные сообщества паразитов одноградусных широтных групп сардины по доминантным видам и индексам численности можно объединить в две группы: северную (30—28° с. ш.) и южную (24—18° с. ш.) (табл. 7).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Представленный выше широтный анализ компонентных сообществ паразитов сардины по индексам встречаемости и численности паразитов в зимний сезон позволил объединить одноградусные широтные сообщества в 2 группы — северную (30—28° с. ш.) и южную (24—18° с. ш.). Это подтверждает гипотезу о существовании в неритических районах Марокко и Мавритании двух единиц запасов: «А + В» и «С» (FAO, 2008), которые имеют изолированные районы нереста. Нерест рыб обоих запасов происходит в зимне-весенний период, и именно в этот период по показателям зараженности четко выделяются объединенные северная и южная группы сардины, которые соответствуют запасам «А + В» и «С». Места нереста сардины запаса «А + В» расположены между 35 и 28° с. ш., а после нереста в период летних нагульных миграций сардина перемещается в центральную часть ареала к району с наиболее интенсивным летним апвеллин-

Таблица 7

Характеристика компонентных сообществ паразитов *S. pilchardus* в зимний сезонTable 7. Characteristics of parasite component communities of *S. pilchardus* in winter season

| Широтные группы                                  | 30    | 29    | 28    | 24    | 23    | 22    | 21    | 20    | 19    | 18    | 30—28 | 24—18 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Общее число видов-паразитов                      | 8     | 4     | 10    | 8     | 6     | 7     | 8     | 6     | 5     | 5     | 12    | 12    |
| Количество видов-генералистов                    | 7     | 3     | 8     | 7     | 5     | 5     | 5     | 4     | 3     | 4     | 9     | 9     |
| Количество видов-специалистов                    | 1     | 1     | 2     | 1     | 1     | 2     | 3     | 2     | 2     | 1     | 3     | 3     |
| Количество автогенных видов                      | 7     | 4     | 9     | 6     | 5     | 6     | 7     | 5     | 4     | 4     | 11    | 10    |
| Количество аллогенных видов                      | 1     | —     | 1     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2     |
| Общее число видов паразитов<br>(без простейших)  | 4     | 4     | 5     | 6     | 4     | 4     | 5     | 3     | 3     | 3     | 7     | 8     |
| Общее число особей паразитов<br>(без простейших) | 22    | 29    | 229   | 379   | 58    | 500   | 33    | 34    | 58    | 60    | 280   | 1112  |
| Доминантный вид по числу<br>особей               | Bb    | Bb    | Bb    | H     | H     | H     | H     | H     | H     | H     | Bb    | H     |
| Характеристика доминантного<br>вида              | г/ав  | г/ав  | г/ав  | г/ал  | г/ал  | г/ал  | г/ал  | г/ал  | г/ал  | г/ал  | г/ав  | г/ал  |
| Число особей доминантного<br>вида                | 11    | 19    | 127   | 227   | 51    | 295   | 16    | 27    | 56    | 51    | 157   | 723   |
| Индекс Бергера-Паркера (D)                       | 0.500 | 0.655 | 0.554 | 0.599 | 0.879 | 0.590 | 0.485 | 0.794 | 0.965 | 0.850 | 0.561 | 0.644 |
| Индекс Шеннона (Sch)                             | 1.211 | 0.921 | 1.162 | 0.921 | 0.484 | 0.777 | 1.211 | 0.631 | 0.174 | 0.605 | 1.215 | 0.876 |
| Выравненность видов (E)                          | 0.582 | 0.664 | 0.505 | 0.443 | 0.270 | 0.399 | 0.582 | 0.352 | 0.108 | 0.376 | 0.624 | 0.421 |

гом. Сардина запаса «С» в период нереста с ноября по апрель распространяется от 18 до 24° с. ш., в апреле—мае она начинает движение на север. В летнее время основные скопления запаса «С» находятся севернее 25° с. ш., а в годы высокой численности достигают 29° с. ш. (Доманевский, 1998; FAO, 2008). Таким образом, в летний сезон сардина запасов «А + В» и «С» мигрирует в широтном направлении разнонаправленно и может частично перемещиваться в пограничном районе 29—26° с. ш. Это подтверждается «выравненностью» показателей ЭИ, а также сменой доминантных видов и нестабильностью их индексов численности в одноградусных широтных группах сардины в летний сезон. Поэтому использовать паразитов в качестве биоиндикаторов летом не представляется возможным.

В зимний сезон компонентные сообщества паразитов сардины запасов «А + В» и «С» статистически значимо различаются по показателям ЭИ *G. clupearum*, *A. stossichi*, *B. bacciger*, *Hysterothylacium* sp. и *A. capensis*. Кроме того, компонентные сообщества паразитов сардины из разных запасов существенно различаются по структуре и состоянию. Зимой в одноградусных компонентных сообществах паразитов рыб запаса «А + В» доминантный вид — *B. bacciger*. В одноградусных компонентных сообществах паразитов рыб запаса «С» доминантный вид — *Hysterothylacium* sp. Эти виды реализуют свои жизненные циклы по трофическим цепям с участием нескольких хозяев и широко встречаются у многих видов беспозвоночных и рыб. Доминирование у сардины запаса «А + В» *B. bacciger* свидетельствует о питании сардины амфиподами — промежуточными хозяевами этих трематод (Bray, Gibson, 1980). Основу питания сардины этой группировки составляют копеподы, амфиподы, реже — фитопланктон, личинки крабов и эвфаузииды (Доманевский, Патокина, 1988; Доманевский, 1998). Для другого доминанта *Hysterothylacium* sp. круг промежуточных хозяев очень широк и включает копепод, медуз, ктенофор, планктонных полихет, мизид, эвфаузиид и хетогнат (Køie, 1993). Вероятнее всего, сардина получает этих нематод от эвфаузиид, так как состав пищи сардины запаса «С» близок к таковому запаса «А + В», однако основные объекты питания — эвфаузииды и фитопланктон (Доманевский, Патокина, 1988). Именно большое значение в питании сардины запаса «С» фитопланктона, свободного от паразитов рыб, объясняет обедненность фауны паразитов и более низкие показатели зараженности рыб из южных широтных групп.

Сообщество паразитов сардины запаса «А + В» можно считать сбалансированным (зрелым), для которого характерны следующие значения индексов биологического разнообразия:  $D < 0.5$ ;  $E > 0.5$ ;  $Sch > 1$  (Пугачев, 1999; Русинек, 2007). Сообщество паразитов сардины запаса «С» можно отнести к несбалансированным (незрелым), поскольку  $D > 0.5$ ;  $E < 0.5$ ;  $Sch < 1$  (табл. 6). Это подтверждает мнение Пугачева (1999) о нестабильном состоянии компонентных сообществ паразитов у хозяев, находящихся на краю своего ареала и обладающими обедненными паразитарными сообществами. В пользу нестабильности состояния сообщества паразитов сардины запаса «С» говорит и значительный размах колебаний индексов численности в одноградусных широтных группах. Необходимо отметить, что запас «С» сформировался только в 1970-е годы. До 1968 г. сардина очень

редко встречалась южнее 28° с. ш. и совершенно не была заметна в промысле. С 1970-х годов ее численность в районе 26—19° с. ш. настолько выросла, что она стала основным компонентом сообщества шельфовых рыб и доминирующим объектом в вылове (Доманевский, 1998). По мнению Доманевского (1998), в 1970—1976 гг. наблюдалось резкое и устойчивое усиление интенсивности апвеллинга и, как следствие, понижение температуры в южном направлении в неритической зоне. Поэтому часть половозрелой сардины запаса «А + В», которая придерживается относительно холодных вод (16—19 °С), стала совершать более дальние вдольбереговые миграции в южном направлении, где нашла необходимый комплекс условий для нагула и воспроизводства. Обратная миграция на север стала менее протяженной. Это привело к заселению сардиной более южной акватории и формированию самостоятельной «сахарской популяции» (запас «С») с признаками, характерными для «сахарской расы», выделенной Фюрнестингом (Furnestin, 1950). Эта группировка сформировалась в иной экосистеме с отличными от северных районов гидрологическими условиями и фауной планктонных и нектонных организмов и их пищевыми связями, что не могло не отразиться на особенностях ее фауны паразитов.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате оценки состояния компонентных сообществ паразитов сардины в одноградусных широтных группах по показателям встречаемости и индексам численности паразитов выделяются 2 группы — северная (30—28° с. ш.) и южная (24—18° с. ш.), которые четко дифференцируются только в зимний нерестовый сезон. Это подтверждает гипотезу о существовании в районах Марокко и Мавритании двух единиц запасов — «А + В» и «С». Сообщества паразитов сардины этих двух внутривидовых группировок в зимний период различаются по структуре и состоянию. Паразиты, зараженность которыми имеет статистически значимые различия для запасов «А + В» и «С» (*G. clupearum*, *A. stossichi*, *B. bacciger*, *Hysterothylacium* sp. и *A. capensis*) можно использовать в качестве паразитов-индикаторов при выделении единиц запаса. Эти паразиты — эффективные биоценотические индикаторы. Они характеризуют специфику паразито-хозяйинных комплексов северного и южного районов, которые отличаются как по набору паразитических и свободноживущих планктонных и нектонных видов, так и спецификой экосистем — их биотопов (ширина шельфа, гидрология) и сообществ.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю глубокую благодарность Ч. М. Нигматуллину и Г. Н. Родюк за ценные советы при написании данной работы, А. А. Гусеву и Н. Н. Чукаловой за помощь при статистической обработке материала, а также Н. М. Тимошенко и О. П. Мищенко за предоставление данных по возрасту рыб.

## Список литературы

- Быховская-Павловская И. Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука. 123 с.
- Гланц С. 1998. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. М.: Практика. 459 с. (Glantz S. A. 1997. Primer of Biostatistics. Fourth Edition. McGraw Hill. 455 p.).
- Доманевский Л. Н. 1998. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центральной Атлантики. Калининград: АтлантНИРО. 196 с.
- Доманевский Л. Н., Патокина Ф. А. 1988. Питание массовых рыб экосистемы Канарского апвеллинга. В кн.: Экологические рыбохозяйственные исследования в Атлантическом океане и Юго-Восточной части Тихого океана. Саускан В. И. (ред.). Калининград: АтлантНИРО. 14—30.
- Доровских Г. Н. 2002. Паразиты пресноводных рыб Северо-Востока европейской части России: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Сыктывкар. 51 с.
- Пугачев О. Н. 1999. Паразиты пресноводных рыб Северной Азии (фауна, экология паразитарных сообществ, зоогеография): Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб. 50 с.
- Русинек О. Т. 2007. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). М.: Товарищество научных изданий КМК. 571 с.
- Шухгалтер О. А. 2002. Эколого-фаунистический анализ паразитофауны европейской сардины (*Sardina pilchardus* Walb., 1792) и европейского анчоуса (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) вдоль Атлантического побережья Северо-Западной Африки. В сб.: Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2000—2001 годах. Атлантический океан и Юго-Восточная часть Тихого океана. Сушин В. А. (ред.). Калининград: АтлантНИРО. 126—133.
- Baldwin R. E. B. 2010. Using parasite community data and population genetics for assessing Pacific sardine (*Sardinops sagax*) population structure along the West coast of North America: Dissertation ... doctor of philosophy. Oregon State University. 207 p.
- Bray R. A., Gibson D. 1980. The Fellodistomidae (Digenea) of fishes from the northeast Atlantic. Bulletin of the British Museum natural History (Zoology). 37 (4): 199—293.
- Bush A. O., Lafferty K. D., Lotz J. M., Shostak A. W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. Journ. of Parasitology. 83 (4): 575—583.
- Bush A. O., Holmes J. C. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: patterns of association. Canadian Journ. of Zoology. 64: 132—141.
- Esch G. W., Kennedy C. R., Bush O. A. 1988. Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: alternative strategies. Parasitology. 96: 519—532.
- FAO. 2008. Fisheries and Aquaculture Report No. 882. Report of the FAO Working Group on the Assessment of Small Pelagic Fish off Northwest Africa (6—15 May 2008, Saly, Senegal). Rome, FAO (ISSN 2070-6987). 257 p.
- Furnestin J. 1950. Premières Observations sur la biologie de la Sardine Marocaine. Rapports et Procès — Verbaux des Réunions. 126: 57—61.
- Holmes J. C. 1990. Helminth communities in marine fishes. In: Esch G., Bush A., Aho J. (eds). Parasite communities: pattern and processes. London. Chapman and Hall. 101—130.
- Køie M. 1993. Aspects of the life cycle and morphology of *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). Canadian Journ. of Zoology. 71: 1289—1296.
- Mac Kenzie K., Abounza P. 1998. Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. Fisheries Research. 38: 45—56.
- Mac Kenzie K. 2002. Parasites as biological tags in population studies. Advances in Applied Biology. 7: 153—163.
- Timi J. T. 2003. Parasites of Argentine anchovy in the south-west Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. Journ. of Fish Biology. 63: 90—107.

PARASITE FAUNA OF THE EUROPEAN PILCHARD  
(*SARDINA PILCHARDUS* WALBAUM, 1792) FROM THE ATLANTIC COASTAL  
WATER OF NORTH AFRICA: APPLICATION OF LATITUDINAL PATTERNS  
ANALYSIS FOR THE HOST INTRASPECIFIC STRUCTURE

O. A. Shukhgalter

**Key words:** European pilchard, stocks, parasites, biological tags, northwestern Africa coast.

SUMMARY

Two stocks of the European pilchard (*Sardina pilchardus* Walb.) from the Atlantic coast of Northwestern Africa were discriminated with the use of parasites as biological tags. A total of 646 fishes (TL = 15—25 cm; modal age 1—3) were examined for parasites in the area between 30—18 °N during 2005—2010 winter and summer seasons. Fourteen species of parasites were found. Mean prevalence constituted 62 %. The most abundant species (with prevalence 5 % in at least one of the samples) included *Goussia clupearum*, *Ceratomyxa truncata*, *Cocomyxa morovi*, *Aphanurus stossichi*, *Lecitaster confusus*, *Bacciger bacciger*, *Hysterothylacium* sp., and *Anilocra capensis*. All fishes were grouped into one-degree latitudinal groups. Analysis of parasite component communities in latitudinal groups allowed combining parasite component communities into northern (30—28 °N) and southern (24—18 °N) groups only in winter spawning season. These two groups correspond with two sardine stocks — «A + B» and «C» that were separated by FAO working group on the base of ecological and fishery data. Parasite component community of the stock «A + B» was characterized as balanced with dominant species *B. bacciger*. The parasite component community of the stock «C» was characterized as an unbalanced stock with *Hysterothylacium* sp. as the dominant species. Significant values of prevalence for *G. clupearum*, *A. stossichi*, *B. bacciger*, *Hysterothylacium* sp., and *A. capensis* were revealed in fishes from stocks «A + B» and «C». These parasites may be used as biological tags that characterize specific of host-parasite complexes of northern and southern subareas examined.